

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-347639

(43)Date of publication of application : 22.12.1994

(51)Int.Cl.

G02B 5/28

(21)Application number : 06-071248

(71)Applicant : TEXAS INSTR INC &lt;TI&gt;

(22)Date of filing : 03.03.1994

(72)Inventor : ANDERSON CHARLES

(30)Priority

Priority number : 93 25472  
93 108095Priority date : 03.03.1993  
17.08.1993

Priority country : US

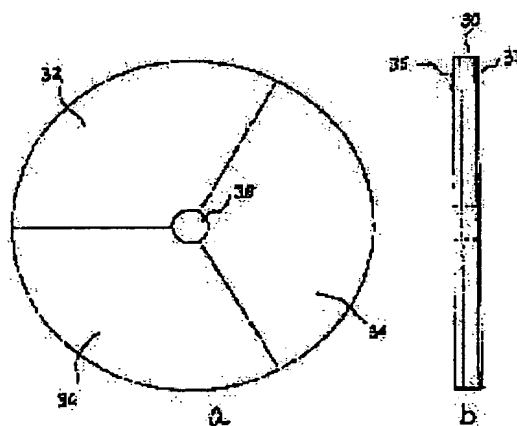
US

## (54) MONOLITHIC COLOR WHEEL

## (57)Abstract:

PURPOSE: To provide a color wheel consisting of two or more interference filters stacked or fixed on a substrate without using a frame or a spoke.

CONSTITUTION: Filters 32, 34, 36 are preferably abutted upon each other and representatively formed from many layers consisting of materials having respectively different refractive indexes. Since working over a wide range and balancing are not required and the duration of a monochromatic light period is maximized, the color wheel is optically extremely efficient. Since there is no frame and spoke in the color wheel, the aerodynamic efficiency of the wheel can be improved, workload required for rotation is reduced and air noise also can be reduced.



BEST AVAILABLE COPY

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.01.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 04.06.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-347639

(43) 公開日 平成6年(1994)12月22日

(51) IntCl.<sup>5</sup>

G 0 2 B 5/28

識別記号

庁内整理番号

8507-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 書面 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平6-71248

(22) 出願日 平成6年(1994)3月3日

(31) 優先権主張番号 0 2 5 4 7 2

(32) 優先日 1993年3月3日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(31) 優先権主張番号 1 0 8 0 9 5

(32) 優先日 1993年8月17日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 590000879

テキサス インスツルメンツ インコーポ  
レイテッド

アメリカ合衆国テキサス州ダラス, ノース  
セントラルエクスプレスウェイ 13500

(72) 発明者 チャールズ アンダーソン

アメリカ合衆国テキサス州ダラス, チェア  
リング クロス レーン 8471

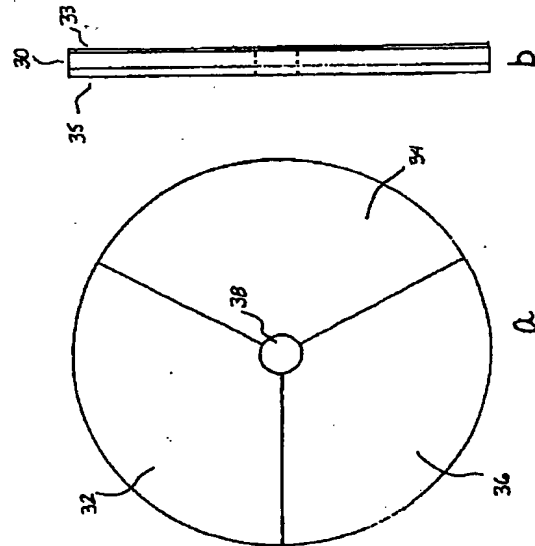
(74) 代理人 弁理士 浅村 皓 (外 3 名)

(54) 【発明の名称】 モノリシックカラーホイール

(57) 【要約】

【目的】 フレームやスポークを使用せずに基板に堆積もしくは固着される2個以上の干渉フィルタからなるカラーホイールを提供する。

【構成】 好ましくは、フィルタ32, 34, 36は突き合わされ代表的には屈折率の異なる材料の多数の層から作られる。カラーホイール44は広範な加工や平衡を必要とせず、単色光期間の持続時間が最大限とされるために光学的に非常に効率的である。カラーホイール44にはフレームやスポークが無いいため空力学的により効率的であり、回転に要する仕事量が少く風ノイズも少い。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ディスク状基板と、

少くとも一層の光コーティング層を含み、フレームやスポークを使用せずに前記ディスクに取り付けられる少くとも2個のフィルタと、  
を具備するカラーホイール。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はカラー視覚ディスプレイシステムの分野に関し、特にこのようなシステムのカラーホイールに関する。

【0002】

【従来の技術】適切な色の多数の単色ディスプレイを生成することによりフルカラーイメージを表示することができる。これはフィルタを使用して3つの単色ディスプレイを生成して行われることが多い。最も簡単な例では各々がそれ自体の光源およびフィルタを有する3つの独立した投射系が使用される。これらの各光源からの濾光された光は独立に変調されて共通画面上に投写される。観察者の目の中で3つの同時カラーイメージが一体化されて3つの表示色以外の色が現われる。

【0003】3台の並列投射器に替るものとして、3つの連続イメージを観察者の目の中で一体化できるように速度で3つの単色イメージが逐次画面上へ投射される。これにより、1個の光源、変調器、および投射器だけでフルカラーイメージが生成される。このようなカラーシステムを実現するにはフィルタを各イメージのディスプレイ間で高速に切り替える必要がある。代表的に、これは金属加工もしくは成形プラスチックフレームを使用して3個のフィルタをホイール構成に載置して行われる。次に、カラーホイールと呼ばれるフィルタホイールは白色光源の前方で回転されて白色光から所望する3色が濾光される。

【0004】従来技術のカラーホイールは代表的に3個のフィルタをアルミニウム加工ホイール内に保持して作成されている。ホイールの回転により力が生じるため、ホイールを無傷に保つための金属ハブおよびリムが必要となる。フィルタ間の接合部に沿ってハブからリムへ金属スポークが延びていてフィルタを正しい位置に保持する。金属ホイールは精密に位置合せおよび平衡させてカラーホイールの平滑な動作を保証しなければならない。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】前記したカラーホイールはその構造によりいくつかの欠点がある。第1に、システムは常に単色である濾光された光に依存するため、各スポークが投射系のアパーチャを横切するのに要する時間中投射系は作動してはならない。したがって、スポークの幅が広いほどディスプレイシステムの効率は低下し得られるイメージは暗くなる。第2に、回転する金属スポークにより風抵抗が生じて一層ホイールの回転力を

必要としノイズが遥かに増大する。また、ホイールを組立て精密に平衡させるための労力によりカラーホイールのコストも高くなりがちである。

【0006】

【課題を解決するための手段】一実施例により、フレームやスポークを使用せずにディスクへ干渉フィルタを取り付けることによりカラーホイールが形成される。開示されるカラーホイールは低廉に製作することができ、さらに光学的効率が低いという利点もある。さらに、開示されるカラーホイールは一層空気力学的として回転を容易にし、風ノイズが低減されるという利点がある。

【0007】

【実施例】一つの濾光方法として干渉フィルタを使用する方法がある。干渉フィルタは一層以上の光コーティングが堆積される基板からなっている。層の厚さと材料を慎重に選定すれば、デバイスの透過および反射特性は極めて周波数依存性となる。このようなフィルタはしばしばダイクロイックフィルタと呼ばれ、特定波長の光を透過および反射させる本質的に非吸光性の色選択ビームスプリッタである。バンドパス、バンドストップ、ロングパス、およびショートパスを含む数種のフィルタを構成することができる。

【0008】反射光波間に構成的もしくは破壊的干渉を生成することにより干渉フィルタは作動する。光が2つの吸光媒質間の界面を進行する時、光は界面で反射されるかもしくは界面を透過する。反射光量が低減すると透過光量が増大する。反射および透過は材料の屈折率に依存するため、屈折率の異なるコーティングを選定して反射および透過特性を変えることができる。垂直入射の場合、反射率は次式で与えられる。

【数1】

$$R = \left[ \frac{n_2 - n_1}{n_2 + n_1} \right]^2$$

ここに、

R = 反射率

 $n_1$  = 第1媒質の屈折率 $n_2$  = 第2媒質の屈折率

【0009】3つの媒質が存在する場合には、各界面で反射が生じる。図1は入射波23が第1の媒質20から光コーティング21を通り第3の媒質22へ進入する際の反射および透過波を示す。説明の都合上、第1の媒質20は空気、 $n_1 = 1.0$ とされ、第2の媒質はフッ化マグネシウム、 $n_2 = 1.38$ とされ、第3の媒質22はガラス、 $n_3 = 1.5$ とされる。反射光は屈折率の高い媒質との界面で反射するたびに位相が $180^\circ$ 変化する。

る。反射防止コーティングの場合には、コーティング21の厚さは光の波長の $1/4$ に等しいかもしくはその奇数倍として、反射波25および27の位相が $180^\circ$ ずれて相殺されるようにされる。

【0010】より複雑なフィルタは多数のコーティング材層を使用することが多い。代表的には、屈折率の高い材料と屈折率の低い材料が交互する $1/4$ 波長層であるため、多層周期系と呼ばれることが多い。図2は反射鏡として使用される5層コーティングを示す。図2に説明の目的で反射波28の経路を象徴的に示す。屈折率の低い層から高い層への界面で反射するたびに $180^\circ$ の位相変化が生じる。全ての反射波28が $180^\circ$ の奇数倍である位相のずれを有し構成的干渉が生じて大きな反射波が得られる。

【0011】干渉フィルタの応答は入射光の周波数および入射角に依存する。所与の入射角に対しては、光コーティングの厚さは1周波数に対して僅か $1/4$ 波長にすぎない。したがって、反射波はその周波数でしか完全に干渉しない。他の周波数の反射は強化されるかもしくは低減される。より複雑な光学系を構成するために、多数のフィルタを逐次基板上に堆積させ、各々が異なるスペクトル部分を濾光するようにすることができる。

【0012】蒸着およびスパッタリングを含むいくつかの手段により光コーティングを施すことができる。蒸着コーティングでは材料サンプルを充分加熱して蒸発させる。次に、蒸気はコーティングされる基板上に凝縮することができる。スパッタリングの場合には、冷却された基板および堆積すべきターゲット材料がプラズマチャンバ内に近接保持される。プラズマがターゲットを衝撃して、ターゲット材の粒子を遊離させる。次に、これらの粒子が冷却基板上に凝縮する。堆積工程中にコーティングを監視することにより光コーティングの厚さを厳密に制御することができる。光コーティングに使用される材料として、とりわけ、二酸化ジルコニウム、硫化亜鉛、二酸化シリコン、二酸化チタン、タングステンチタン、フッ化マグネシウム、フッ化セリウムが含まれる。

【0013】第1の実施例により、代表的には3個であるいくつかのフィルタが個別にガラス基板上に堆積される。各フィルタを堆積する間、残りの基板はマスクされる。代表的には全てのフィルタが等サイズであるが、応用によってはフィルタを異なるサイズとしたり、互いに比例したサイズとする必要がある。フィルタ間に間隙や重畳部があると光が単色とならない時間が延びてしまうため、フィルタは突き合わせることが望ましい。従来技術のカラーホイールと同様に、2色以上の光がアパーチャに入る任意の期間中にブランキングが必要とされる。したがって、フィルタの間隙や重畳部によりさらにブランキングが必要とされディスプレイシステムの光学的効率が低下する。開示されるカラーホイールは従来技術のカラーホイールよりも一層空気力学的である可能性があ

り、したがってホイールの回転エネルギーは少なくて済み風ノイズの発生も少い。開示されるカラーホイールは平衡させる必要がなく、製作労力およびコストを著しく低減することができる。

【0014】図3aは第1の実施例によるモノリシックカラーホイールを示す。基板ディスク30は代表的には可視スペクトルである少くとも一部のスペクトルにおいて透明でありしかもカラーホイール上に焦点合せされる光が発生する熱に耐えられる任意の材料とすることができる。このような材料の例として、水晶、ガラス、およびアクリル等のプラスチックが含まれる。代表的に基板はTempaxもしくは7740Pyrex等の光学ガラスである。

【0015】3台のカラーフィルタ32、34、36が基板ディスク30上に形成される。代表的に各フィルタは等サイズでありディスク上 $120^\circ$ に広がる。好ましくはフィルタは突き合わされている。システムによってはより少数のフィルタを構成したりさらにフィルタを構成することが望しいこともある。本例では、フィルタは赤、緑、青の3原色を透過させるように選択される。代表的にフィルタ32はロングパスフィルタであり370~550nmの入射光の1%未満、600nmの入射光の50%、および620~730nmの入射光の最少80%を透過させる。代表的にフィルタ34はショートパスフィルタであり540~750nmの入射光の1%未満、505nmの入射光の50%、および390~480nmの入射光の最少80%を透過させる。代表的にフィルタ36はバンドパスフィルタであり380~460nmおよび610~730nmの入射光の1%未満、505nmおよび575nmの入射光の50%、および540nmの入射光の最少80%を透過させる。フィルタは可視スペクトルの外側の光を透過させるように選択することができ、バンドパスフィルタではなくバンドストップフィルタとすることができる。基板上に構成することができ光源から発生する熱に耐えられる任意のフィルタを使用することができる。

【0016】図3bは第1の実施例によるモノリシックカラーホイールの縁部を示す図である。カラーホイールは代表的にはカラーフィルタ35の反対側に反射防止コーティング33が施されている。代表的にホイールは15.24cm(6インチ)径、3.18mm( $1/8$ インチ)厚で、中央にホイールをモータ軸上に搭載するための19.1mm( $3/4$ インチ)の孔を有している。

【0017】第1の実施例によるカラーフィルタホイールは図4において投射系に設置して示されている。光源40からの光はレンズ42によりカラーホイール44上に焦点合せされる。カラーホイール44はレンズ42の焦点に配置してカラーホイール44の照光面積を低減することが有利である。照光面積が増大すると、照光面積に2色以上が含まれる時間の割合が増大する。カラー

ホイールにより2色以上が発生される任意の期間中代表的に投射器は作動できないため、投射系の効率は照光面積に2色以上が含まれる時間の割合により制限される。焦点面にカラーホイールを配置することの欠点は吸光発生熱が局在化することである。そのため、特にカラーホイールの停止時に、遥かに高い温度となる。効率よりも低熱応力を達成するためにカラーホイールを焦点から離して配置することができる。

【0018】モータ46によりカラーホイール44が回転すると、所望する色の光がレンズ48へ伝達される。10 レンズ48により光は空間光変調器50(SLM)上に焦点合せされる。SLMはデジタルマイクロミラーデバイス(DMD)や液晶デバイス(LCD)等の光を変調できる任意のデバイスとすることができる。説明の都合上、透過液晶デバイスを示す。変調された後で、光はレンズ52により代表的には画面53上で観察される像へ結像される。コントローラ54がカラーホイールの位置を監視してSLMへ送られる信号を有色光と同期化させる。ホイールの位置はモータ46の位置を追跡するかもしれない。センサ56を使用してホイール上の色やマークを20 追跡することにより監視することができる。

【0019】開示するカラーホイールはカラー投射系に関して検討されているが、このようなデバイスの応用は他にも沢山ある。例えば、図5に示すように、カメラに入る光を濾光するのにホイールを使用することができる。これによりカラーカメラは3色全部に対して1個のイメージャで済むようになる。被写体からの光58はレンズ60により焦点合せされてカメラのアパーチャ62を通過する。アパーチャ62を通過した光はもう1個の20 レンズ64およびカラーフィルタホイール66を通過する。次に光はもう1個のレンズ68を通過して電荷結合素子(CCD)70もしくは任意他のホトレセプタを照光する。コントローラ72がイメージャの出力およびカラーホイール66の位置を監視して被写界に関する情報を得る。カラーホイールの位置はセンサ75を使用するかもしれない。モータ74の位置を監視することにより監視することができる。センサ75はフィルタがセンサを回転通過する際の色遷移を検出するか、もしくは青および赤フィルタ間のカラーホイール縁上の白色ペイント等の40 フィルタ上の点を表示するのに使用されるマークを単に検出する。

【0020】前例におけるフィルタは各々が非常に狭い通過域を有するスペクトルの小部分のみをカバーするように選定することができる。これは機械視への応用(machine vision application)において機械が色の接近した陰影を識別できるようにするのに有用である。例えば、数個の異なるオレンジフィルタを使用すれば機械は色でオレンジを分類することができる。もう一つの例は遠赤外領域でフィルタを選定して進歩的な遠赤外(FILIR)システムが正当なタ

ーゲットとおとりを識別するのを助けることである。

【0021】前記したように、別の実施例では透過フィルタの替りに反射フィルタが使用される。反射フィルタにより非透明基板が使用可能となる。前記したように、反射フィルタはホイール状基板もしくは他の形状の基板上に構成することができる。第2の実施例による別の形状の基板を図6に示す。図6はさまざまな種類のスクナに使用されるものと同じ多面鏡76を示している。多面鏡76の各面78、80、82は異色のフィルタとすることができる。

【0022】DMDディスプレイシステムに使用される第3の実施例による反射カラーホイールを図7に示す。光源84からの光はカラーホイール上に焦点合せされそこで光は、ここではDMD88である、空間光変調器に向って反射される。DMD88は選択的に光を反射させて直接、もしくは画面上に投射して観察される像を形成する。コントローラ90がモータ94上の位置センサ92を監視してモータが空間光変調器と同期化され続けることを保証する。図7の反射空間光変調器を有する反射カラーホイールの使用と、図4の透過カラーホイールおよび空間光変調器とは一致する。いずれかの種類のホイールといずれかの種類の空間光変調器を使用して直接もしくは画面上に投射して観察する像を形成することができる。

【0023】第4の実施例を図8aおよび図8bに示す。この実施例はディスク102上に固着された別々のフィルタ96、98、100を使用した積層カラーホイールを示している。好ましくは、Norland NOA-61等の高温、光学透明接着剤の連続層を使用して30 フィルタは基板ディスク102へ固着される。本実施例によりフィルタは、恐らくはシート状に、別々に製造してディスクに固着させることができる。フィルタはカラーホイールの光学および環境的要求を満たす任意の材料で製造することができる。適切な材料の例としてガラス、プラスチック、水晶が含まれる。本実施例はフレームレスもしくはスポークレス設計のいくつかの利点を有し、かつフィルタの堆積中にマスキングを必要としないため製造が容易である。代表的にフィルタはそれ自体の基板上に形成されるため、積層カラーホイールは通常第1の実施例によるモノリシックカラーホイールよりも厚くて重い。

【0024】モノリシックカラーホイール、光学投射系および光学カメラ系の特定実施例について開示してきたが、特許請求の範囲に記載されていないかぎりこのような特定例により本発明の範囲が制限されるものではない。さらに、特定実施例について本発明を説明してきたが、当業者ならばさまざまな修正が自明と思われる。このような修正は全て特許請求の範囲に入るものとする。

【0025】以上の説明に関して更に以下の項を開示する。

(1)、ディスク状基板と、少くとも1層の光コーティング層からなり、フレームやスポークを使用せずに前記ディスクに取り付けられる少くとも2個のフィルタ、を具備するカラーホイール。

【0026】(2)、第1項記載のカラーホイールであって前記フィルタは前記ディスク上に真空蒸着される。

(3)、第1項記載のカラーホイールであって前記フィルタは基板上に蒸着され前記基板は前記ディスクに固着される。

【0027】(4)、第1項記載のカラーホイールであって前記ディスクはガラスである。

(5)、第1項記載のカラーホイールであって前記フィルタは反射性である。

【0028】(6)、第1項記載のカラーホイールであって、前記フィルタは透過性であり屈折率の異なる材料の層により構成され、前記材料は前記ディスク上に真空蒸着され、前記ディスクはガラスである。

【0029】(7)、光路に沿って光を投射する光源と、前記光を濾光する前記光路上のスポークレスカラーホイールと、を具備するイメージディスプレイシステムであって、前記カラーホイールは、ディスク状基板と、少くとも1層の光コーティング層により構成され、前記基板上に取り付けられる少くとも2個のフィルタと、を具備し、前記イメージディスプレイシステムはさらに、前記光を変調する前記光路上の空間光変調器と、前記カラーホイールと前記空間光変調器の動作を同期化させるコントローラと、を具備する。

【0030】(8)、請求項7記載のディスプレイであって、前記空間光変調器は液晶デバイスである。

(9)、ディスク状基板と、少くとも1層の光コーティング層からなり、前記基板に取り付けられる少くとも2個のフィルタと、からなり、前記光源からの光を濾波するスポークレスカラーホイールと、少くとも1層の光コーティング層と、前記濾光された光を検出するホトリセプタアレイと、前記カラーホイールと前記ホトリセプタの動作を同期化させるコントローラと、を具備するカメラシステム。

【0031】(10)、第9項記載のカメラシステムであって、前記ホトリセプタアレイは電荷結合デバイスである。

(11)、第7項もしくは第9項記載のシステムであって、さらに前記カラーホイールの位置を監視するモニターを具備する。

(12)、第7項もしくは第9項記載のシステムであって、前記フィルタは透過性である。

【0032】(13)、一つ以上の面上に反射性光学フィルタを有し、前記フィルタは少くとも1層の光コーティング層により構成され、前記層は前記面上に真空蒸着される多面鏡。

【0033】(14)、フレームやスポークを使用せず

に基板に堆積もしくは固着される2個以上の干渉フィルタにより構成されるカラーホイール。好ましくはフィルタ32、34、36は突き合わされ代表的には屈折率の異なる多数の層により作成される。カラーホイールは広範な加工や平衡を必要とせず、単色光期間の持続時間が最大限とされるため光学的に非常に効率的である。カラーホイールにはフレームやスポークが無くしたがって空力学的効率が高く回転に要する仕事量が少く空ノイズも少ない。

【図面の簡単な説明】

【図1】空気と、光コーティングと、ガラス基板間の界面で透過および反射される光波を示す図。

【図2】5層からなる多層周期的光学フィルタにより透過および反射される光波を示す図。

【図3】aは第1の実施例によるモノリシックカラーホイールの平面図。bは図3aのカラーホイールの縁部を示す図。

【図4】第1の実施例によるカラーホイールを有する投写形ディスプレイシステムの概略図。

【図5】第1の実施例によるカラーホイールを有するカメラシステムの概略図。

【図6】第2の実施例による反射多面鏡の斜視図。

【図7】第3の実施例による反射カラーホイールを有する投写形ディスプレイシステムの概略図。

【図8】aは第4の実施例による積層カラーホイールの平面図。bは図8aのカラーホイールの縁部を示す図。

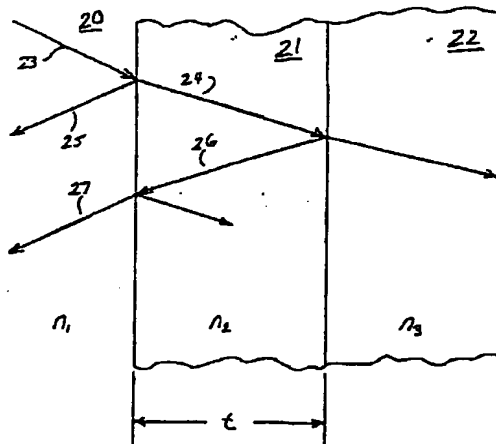
【符号の説明】

- 20 媒質
- 21 光コーティング
- 22 媒質
- 30 基板ディスク
- 32 カラーフィルタ
- 33 反射防止コーティング
- 34 カラーフィルタ
- 35 カラーフィルタ
- 36 カラーフィルタ
- 40 光源
- 42 レンズ
- 44 カラーホイール
- 46 モータ
- 48 レンズ
- 50 空間光変調器
- 52 レンズ
- 53 画面
- 54 コントローラ
- 56 センサ
- 60 レンズ
- 62 アパーチャ
- 64 レンズ
- 66 カラーホイール

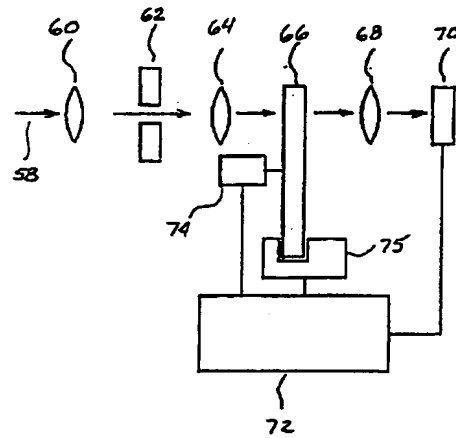
68 レンズ  
70 電荷結合デバイス  
72 コントローラ  
74 モータ  
75 センサ  
76 多面鏡  
78, 80, 82 面

\* 84 光源  
88 DMD  
90 コントローラ  
92 位置センサ  
94 モータ  
96, 98, 100 フィルタ  
\* 102 ディスク

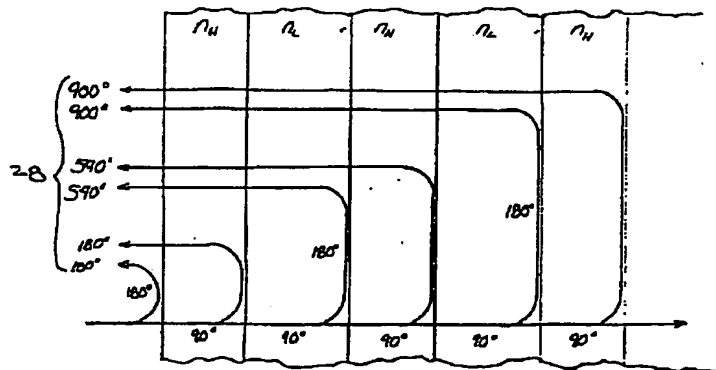
【図1】



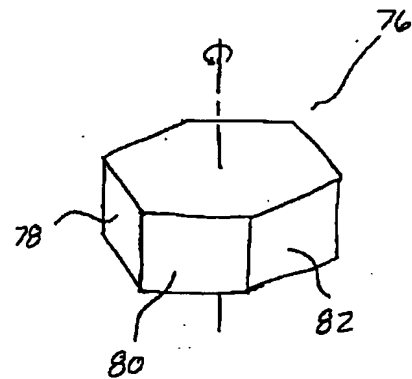
【図5】



【図2】

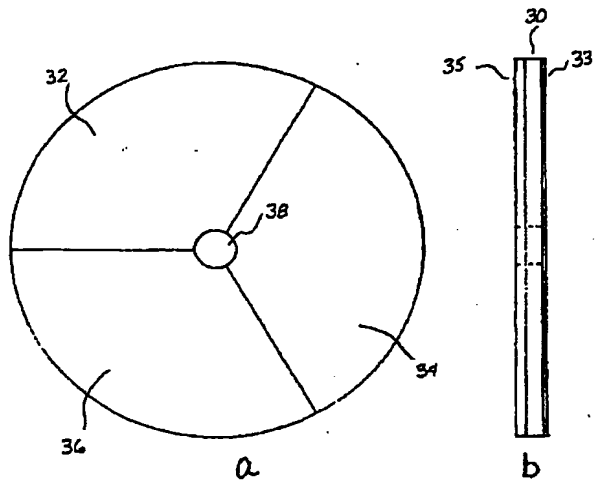


【図6】

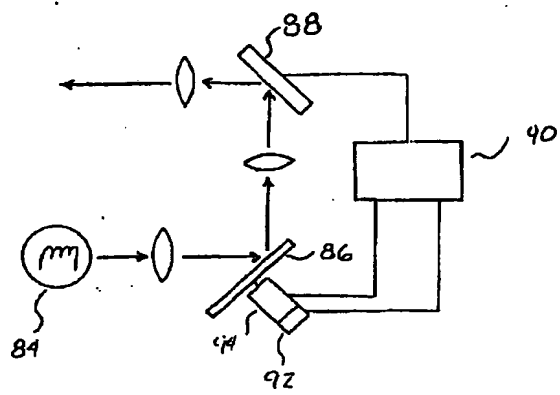




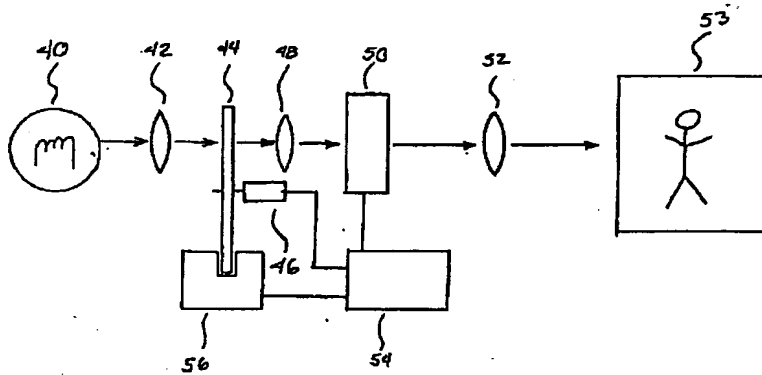
【図3】



【図7】



【図4】



【図8】

